

$$Q_b = c_b G_{h.min} (t_h^1 - t_h). \quad (4)$$

Необходимость нагревания вентиляционного воздуха в холодный период года не позволяет рассматривать производственные сельскохозяйственные здания как полностью неотапливаемые сооружения. Наружная температура  $t_h^1$ , начиная с которой требуется нагревание воздуха, определяется из теплового баланса каждого конкретного сооружения:

$$t_h^1 = t_b - \frac{Q_b}{F/R_0^{TP} + c_b G_{h.min}}. \quad (5)$$

Разработанная методика определения  $R_0^{TP}$  в общем случае приводит к увеличению сопротивления теплопередаче ограждений по сравнению с типовыми проектами, что уменьшает вероятность появления конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждений и согласуется с последними нормативными документами [1, 3].

Представленная методика нормирования теплотехнических характеристик наружных ограждений производственных сельскохозяйственных зданий однозначно реализует общий системный подход к количественному обоснованию взаимосвязи функционального назначения, архитектурно-планировочных решений зданий, их конструктивных особенностей с показателями энергоэффективности и технологичности эксплуатации систем кондиционирования воздуха и обеспечения нормируемых параметров микроклимата.

#### Список использованных источников

1. СНиП II-3-79\*. Строительная теплотехника. М. : ГУП ЦПП, 2001.
2. Бодров В. И., Бодров М. В., Ионычев Е. Г., Кучеренко М. Н. Микроклимат производственных сельскохозяйственных зданий и сооружений. Н.Новгород: ННГАСУ, 2008. 623 с.
3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М. : ФАУ «ФЦС», 2012. 100 с.

УДК 66.078.2

### **СРАВНЕНИЕ ЗАТРАТ ЭНЕРГИИ НА СЖАТИЕ ВОЗДУХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ПРИВОДА КОМПРЕССОРА**

### **COMPARISON OF ENERGY COSTS FOR THE AIR COMPRESSION DEPENDING ON COMPRESSOR DRIVE TYPE**

Хасанова Р. В., Нешпоренко Е. Г.  
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,  
г. Магнитогорск, rezed@list.ru

Khasanova R.V., Neshporenko E. G.  
Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk

**Аннотация:** В работе проанализирован резерв энергосбережения при сжатии воздуха. Определены энергетические затраты на сжатие воздуха для получения продуктов его разделения в зависимости от привода компрессорных установок.

**Abstract:** The article deals with the analysis of reserve of a energy saving in the compressed air production. Depending on the type of a compressor drive specific work was obtained.

**Ключевые слова:** *резерв энергосбережения; сжатый воздух; компрессор; привод; энергетические ресурсы; воздухоразделительная установка.*

**Key words:** *energy-saving reserve; compressed air; compressor; drive; energy resources; air separation set.*

На современных предприятиях уменьшение потребления природных энергетических ресурсов, причем без сокращения объема производства, является одной из первоочередных задач.

Одним из основных энергоносителей, применяемым на промышленных предприятиях, является сжатый воздух. Черная металлургия является его главным потребителем. При этом наибольшие энергетические затраты приходятся на сжатие воздуха, т. е. на привод компрессоров. В зависимости от потребителя сжатого воздуха, производительности и потребляемой мощности компрессоров, они имеют электрический, паро- или газотурбинный привод [1].

Для оценки энергетических затрат на привод компрессоров, была построена схема 6-ступенчатого воздушного компрессора 4 (на рис. 1), входящего в состав воздухоразделительной установки 7. Предполагается, что компрессор имеет либо электрический 1, либо паротурбинный привод 2. Для компрессора рассчитана работа сжатия в зависимости от типа привода и вида потребляемого энергетического ресурса.

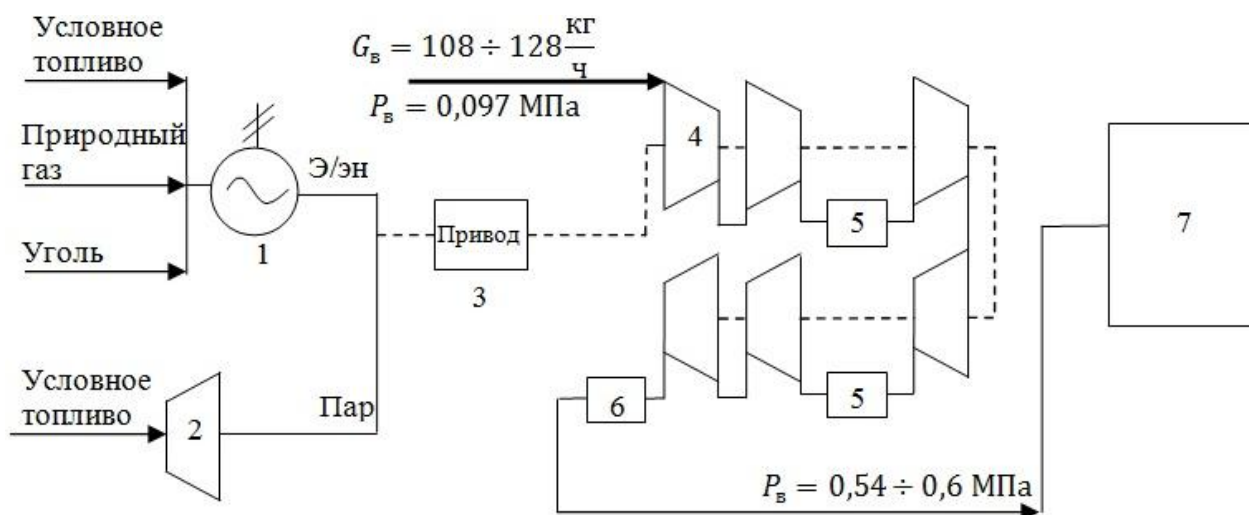


Рис. 1. Схема воздушного компрессора в зависимости от типа привода:  
1 – электрогенератор; 2 – паровая турбина; 3 – электродвигатель; 4 – ступень сжатия воздушного компрессора; 5 – промежуточный охладитель; 6 – конечный охладитель; 7 – воздухоразделительная установка

При определении затрат на сжатие при электрическом приводе приняты следующие КПД и низшая теплота сгорания:

- низшая теплота сгорания условного топлива  $Q_p^H = 29,3$  МДж/кг;
- низшая теплота сгорания природного газа  $Q_p^H = 35,8$  МДж/м<sup>3</sup>;
- низшая теплота сгорания угля  $Q_p^H = 21$  МДж/кг;
- КПД электродвигателя  $\eta_{э,дв} = 0,8$  [2];
- КПД ТЭС, равный  $\eta_{ТЭС} = 0,4$ ;
- КПД ЛЭП (потери при передаче и распределении электрической энергии),  $\eta_{ЛЭП} = 0,91$ ;
- КПД м.с. (местные потери эл. энергии)  $\eta_{э,дв} = 0,85$ .

В случае паротурбинного привода КПД паротурбинной установки принят равным  $\eta_{пт} = 0,4$ .

Работа сжатия в ступени определяется по формуле:

$$L = G \cdot \frac{1}{\eta_{oi}} \cdot \frac{k}{k-1} \cdot R \cdot T_{нач} \cdot (x^{\frac{k-1}{k}} - 1)$$

где  $G$  – масса сжимаемого газа, кг;  $T_{нач}$  – температура на входе в ступень сжатия, К;  $\eta_{oi}$  – внутренний КПД компрессора;  $R$  – индивидуальная газовая постоянная, Дж/кг·град;  $k$  – показатель адиабаты;  $x$  – степень повышения давления в ступени компрессора.

При этом для получения 1 т стали необходимо сжать около 1375 кг воздуха, из которого впоследствии получают продукты разделения воздуха, необходимые для различных технологических процессов.

Таким образом, с учетом КПД, приведенных выше и массы сжимаемого газа, затраты энергии на сжатие, в зависимости от типа привода, приведены на рис. 2.

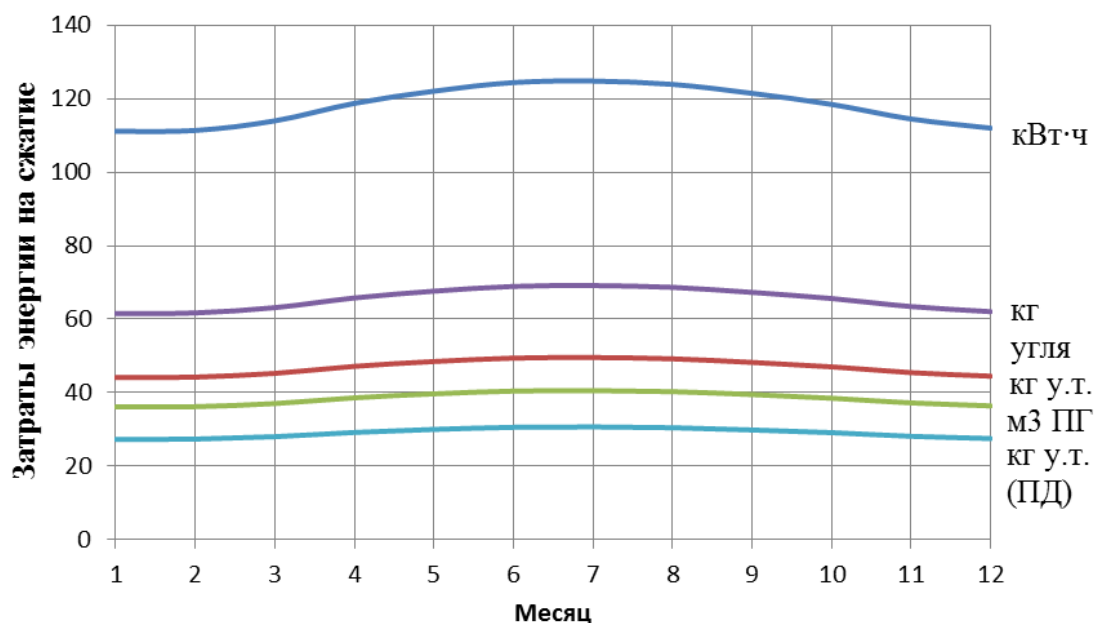


Рис. 2. Затраты энергии на сжатие воздуха в зависимости от типа привода компрессорной установки по месяцам

Таким образом, из анализа графика (рис. 2) следует, что наибольшие энергетические затраты приходятся на электрический привод, средняя работа сжатия составила 46,8 кг у.т., наименьшие – на паротурбинный, среднее значение затрачиваемой работы – 29 кг у.т. При этом в летнее время наблюдается рост работы сжатия, связанный с высокой температурой газа на всасывании и охлаждающей воды в промежуточных охладителях.

#### Список использованных источников

1. Системы воздухообеспечения промышленных предприятий: Учеб. пособие / Н.В. Калинин, И.А. Кабанова, В.А. Галковский, В.М. Костюченко. Смоленск: Смоленский филиал МЭИ (ТУ), 2005. 122 с.
2. Системы воздухообеспечения предприятий: Учеб. пособие / Парамонов А.М., Стариков А.П. - СПб.: Издательство "Лань", 2011. 160 с.

УДК 621.3

### ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ВЕЛИЧИНУ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕТИ 0,4 кВ

### THE INFLUENCE OF ADDITIONAL ELEMENTS ON THE VALUE OF LOSSES OF ELECTRICITY IN THE NETWORK OF 0,4 kV

Хомяков Р. А., Чернышова Б. А., Шелюг С. Н.  
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург  
mrak545@mail.ru, s.n.shelyug@urfu.ru